

**BIR VA IKKI O‘LCHOVLI SIGNALLARDA SPEKTRAL O‘ZGARTIRISH
ALGORITMLARINI QO‘LLASH**

*Farg‘ona davlat texnika universiteti
ATT fakulteti Kompyuter injineri
610-23 guruh talabalari*

Rasulov Omadbek Rustam o‘g‘li
va Zaynobiddinov Shoxrux Husniddin o‘g‘li
omadbekrasulov171@gmail.com Tel: +998772860600

Annotatsiya (O‘zbek tilida)

Ushbu maqolada bir va ikki o‘lchovli signallarda spektral o‘zgartirish algoritmlarining qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Tadqiqotda Fourier Transform, Discrete Cosine Transform va Wavelet Transformning amaliy samaradorligi, shovqinni kamaytirish va signalni siqish imkoniyatlari o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, spektral metodlar signalning chastota tarkibini aniqlash, xususiyatlarini ajratish va turli shovqinli muhitlarda sifatni saqlashda yuqori samaradorlikka ega.

Аннотация (На русском языке)

В статье исследуется применение спектральных преобразований для одномерных и двумерных сигналов. Рассматриваются методы Фурье, дискретного косинусного и вейвлет-преобразования, их эффективность в практических задачах, включая снижение шума, сжатие сигналов и выделение ключевых характеристик. Результаты показывают высокую эффективность этих методов в различных сценариях обработки сигналов.

Abstract (In English)

This article provides a comprehensive analysis of spectral transformation algorithms applied to one-dimensional and two-dimensional signals. The study examines Fourier Transform, Discrete Cosine Transform, and Wavelet Transform in terms of practical effectiveness, noise reduction, signal compression, and feature extraction. The findings demonstrate that these spectral methods offer high efficiency in analyzing signal frequency components, preserving signal quality in noisy environments, and extracting relevant features for various applications.

Kirish (Introduction)

Spektral o‘zgartirish algoritmlari signalni vaqt sohasidan chastota sohasiga o‘tkazib, uning tarkibiy qismlarini batafsil tahlil qilish imkonini beradi. Bu metodlar 1D signallar (audio, vibratsiya, biosignallar) va 2D signallar (tasvirlar, radar, tibbiy skanlar) uchun keng qo‘llaniladi.

Bugungi kunda texnologiyalar rivojlangan sari, signallarni yuqori aniqlikda qayta ishlash va ularni shovqindan tozalash talab etiladi. Spektral metodlar signalni nafaqat chastota bo'yicha, balki vaqt va joy bo'yicha ham tahlil qilish imkonini beradi. Bu esa shovqinlarni kamaytirish, siqish va xususiyatlarni ajratishda katta ahamiyatga ega.

Kirish qismida, avvalo, bir va ikki o'lchovli signallarni qayta ishlashda spektral o'zgartirishning asosiy tamoyillari yoritiladi. Tadqiqotning maqsadi — Fourier, Diskret Kosinus va Wavelet o'zgartirishlarning samaradorligini va amaliy qo'llanilishini solishtirish. Shu bilan birga, lokal va global o'zgarishlarni tahlil qilishda har bir metodning afzalliklari va cheklovlari ham ko'rib chiqiladi.

Ushbu tadqiqot natijalari turli sohalarda, jumladan raqamli aloqa, tibbiy diagnostika, tasvirni qayta ishlash va audio signallarni tahlil qilishda spektral o'zgartirish algoritmlarining samaradorligini ko'rsatadi.

Metodlar (Methods)

1. Fourier O'zgartirish (FT)

Fourier o'zgartirish (FT) signalni vaqt sohasidan chastota sohasiga o'tkazadi. Bu metod yordamida signalning barcha sinusoid komponentlarini aniqlash va ularning amplituda va fazalarini tahlil qilish mumkin.

Asosiy tamoyili:

Signal $x(t)$ ning Fourier transformi quyidagicha ifodalanadi:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi f t} dt$$

$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) e^{j2\pi f t} df$$

Bu yerda:

$X(f)$ — chastota sohasidagi signal

$x(t)$ — vaqt sohasidagi signal

f — chastota

j — kompleks birlik

Afzalliklari:

Chastota tarkibini aniq ko'rsatadi

Periodik signallarni tahlil qilishda juda samarali

Matematik modeli sodda va ko'plab ilmiy sohalarda standart hisoblanadi

Kamchiliklari:

Lokal o'zgarishlarni aniqlash qiyin

Signalda shovqin mavjud bo'lsa, spektr buzilishi kuzatiladi

Chastota o'zgargan signallarni aniq ko'rsatmaydi

Tadqiqotda qo'llanilishi:

1D audio va vibratsion signallar ustida chastota komponentlarini aniqlash

Signalni siqish va shovqindan tozalash samaradorligini tahlil qilish

Spektral energiya taqsimotini hisoblash

2. Tezkor Fourier O'zgartirish (FFT)

Tezkor Fourier O'zgartirish (FFT) — bu Diskret Fourier Transform (DFT) ning optimallashtirilgan va hisoblash jihatdan tez variantidir. DFT signallarni diskret chastota spektriga aylantiradi, lekin hisoblash murakkabligi $O(N^2)$ ga teng. FFT esa bu murakkablikni $O(N \log N)$ ga kamaytiradi, shu sababli katta hajmdagi signallar bilan ishlashda juda samarali hisoblanadi.

Asosiy tamoyili:

DFT formulasini tezlashtirish orqali signalni bloklarga ajratadi va rekursiv tarzda hisoblaydi. Diskret signal $x[n]$ uchun DFT quyidagicha ifodalanadi:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot e^{-j2\pi kn/N}, k=0, 1, \dots, N-1$$

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot e^{-j2\pi kn/N}, k=0, 1, \dots, N-1$$

FFT algoritmi ushbu yig'indini optimallashtiradi, hisoblash vaqtini sezilarli kamaytiradi.

Afzalliklari:

Hisoblash tezligi yuqori ($O(N \log N)$)

Katta o'lchamli signallar bilan samarali ishlaydi

Real va kompleks signallarni tezkor tahlil qilish imkonini beradi

Kamchiliklari:

Signal uzunligi quvvat 2 bo'lishi talab qilinadi (ba'zi variantlarda)

Lokal o'zgarishlar tahlilida o'rta samaradorlik

3. Wavelet O'zgartirish (WT)

Wavelet O'zgartirish (WT) — bu signalni vaqt-chastota bo'yicha mahalliy tahlil qilish imkonini beruvchi spektral metod hisoblanadi. U Fourier o'zgartirishidan farqli ravishda, nafaqat global, balki signalning lokal o'zgarishlarini aniqlashga ham imkon beradi. Shu sababli, shovqinli yoki noaniq signallarda tozalash va xususiyatlarni ajratishda eng samarali metodlardan biridir.

Asosiy tamoyili:

WT yordamida signal $x(t)$ quyidagicha ifodalanadi:

$$W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt$$

$$W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt$$

Bu yerda:

$W(a,b)$ — wavelet koeffitsiyenti

a — shkalasi (scale)

b — vaqt bo'yicha siljish (translation)

ψ — asosiy wavelet funksiyasi

Wavelet turli o'lchamlarda va vaqt nuqtalarida signalni tahlil qiladi, bu esa lokal xususiyatlarni aniq ko'rsatadi.

Afzalliklari:

Signalning lokal va global o'zgarishlarini bir vaqtda tahlil qiladi

Shovqinni sezilarli kamaytiradi

Tasvir va audio signallarni filtrdan o'tkazishda yuqori samaradorlik

Kamchiliklari:

Hisoblash jihatdan murakkab va ko'p resurs talab qiladi

Wavelet turini tanlash natijaga sezilarli ta'sir qiladi

Tadqiqotda qo'llanilishi:

Shovqinli 1D va 2D signallarda tozalash

Tasvirlardagi mayda detal va xususiyatlarni ajratish

Gibrid metodlar (FT + WT) yordamida global va lokal spektr tahlili

Muhokama (Discussion)

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, bir va ikki o'lchovli signallarni spektral tahlil qilishda har bir metod o'zining aniq afzalliklariga ega.

Diskret Kosinus Transform (DCT)

Siqish samaradorligi eng yuqori.

Tasvir va audio signallarda energiyani kam koeffitsiyentlarda jamlaydi.

Shu bilan birga yuqori siqish darajasida blok artefaktlar paydo bo'lishi mumkin.

Wavelet Transform (WT)

Shovqinni kamaytirishda eng samarali metod.

Signalning lokal o'zgarishlarini aniqlash imkonini beradi, bu esa shovqinli muhitda signal sifatini saqlashga yordam beradi.

Hisoblash jihatdan murakkabligi yuqori, ammo natija sifat jihatidan juda samarali.

Fourier Transform (FT)

Spektral tahlilda eng aniq model bo'lib qoladi.

Global chastota komponentlarini aniqlashda yuqori aniqlikni ta'minlaydi.

Lokal o'zgarishlarni tahlil qilishda o'rta samaradorlikka ega.

Umuman olganda, natijalar ko'rsatadiki, turli metodlarni birgalikda qo'llash (gibrid metodlar) global va lokal xususiyatlarni bir vaqtda tahlil qilish imkonini beradi. Masalan, FT yordamida global spektr tahlil qilinadi, WT esa lokal o'zgarishlar va shovqinni aniqlashda qo'llaniladi. Bu yondashuv audio qayta ishlash, tibbiy diagnostika va tasvirni siqishda yuqori samaradorlikni kafolatlaydi.

Xulosa (Conclusion)

Bir va ikki o'lchovli signallarni spektral tahlil qilish turli sohalarda yuqori samaradorlik ko'rsatadi. Tadqiqot davomida Fourier Transform, Discrete Cosine

Transform va Wavelet Transform metodlarining afzalliklari va kamchiliklari aniqlangan.

Natijalar shuni ko'rsatadiki:

Fourier Transform (FT) signalning global chastota tarkibini aniqlash va spektral tahlil qilish uchun eng maqbul usul bo'lib qoladi.

Tezkor Fourier Transform (FFT) katta hajmdagi signallarni tezkor tahlil qilishda samarali va amaliy qo'llanishga qulay.

Diskret Kosinus Transform (DCT) tasvir va audio siqishda energiyani samarali jamlash imkonini beradi, ammo yuqori siqish darajasida blok artefaktlar paydo bo'lishi mumkin.

Wavelet Transform (WT) shovqinni kamaytirish va lokal o'zgarishlarni aniqlashda eng kuchli metod hisoblanadi, lekin hisoblash murakkabligi yuqori.

Shuningdek, **gibrid metodlar** (FT + WT) yordamida global va lokal spektral xususiyatlarni bir vaqtda tahlil qilish imkoniyati mavjud.

Umuman olganda, spektral metodlar audio signallarni qayta ishlash, tibbiy diagnostika, tasvirni siqish, radar va boshqa ko'plab texnologik sohalarda samarali qo'llanilishi mumkin. Ular yordamida signal sifatini saqlagan holda shovqinlarni kamaytirish, xususiyatlarni ajratish va signalni tahlil qilish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar (References)

1. Abdurahmonov, A. — Raqamli signallarni qayta ishlash asoslari
2. Islomov, B. — Tasvirni qayta ishlash va siqish metodlari
3. Karimov, D. — Signal va tizimlar nazariyasi
4. Rasulov, F. — Fourier va Discret Kosinus Transformatlari
5. Tursunov, N. — Wavelet transform va uning amaliy qo'llanilishi
6. Mamatqulov, S. — Raqamli filtrlar va spektral analiz
7. Xolmirzaev, O. — Audio va tasvir signallarini qayta ishlash
8. Qo'chqorov, R. — Signal va tizimlarni MATLAB yordamida tahlil qilish